

**Transport device.**

**Patent number:** EP0573903  
**Publication date:** 1993-12-15  
**Inventor:** RENN WERNER (DE); WAGNER WILHELM (DE)  
**Applicant:** MUELLER WEINGARTEN MASCHF (DE)  
**Classification:**  
- international: G05B19/417  
- european: G05B19/418C  
**Application number:** EP19930108968 19930604  
**Priority number(s):** DE19924218818 19920606

**Also published as:**

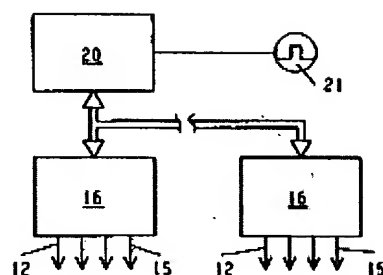
DE4218818 (A1)  
EP0573903 (B1)

**Cited documents:**

EP0071352  
DE3913663  
DE4121841  
DE3416227  
WO9008352

**Abstract of EP0573903**

A transport device for transporting parts of large surface area in a transfer press is proposed, in which the mechanical coupling between shaping movement and workpiece transporting movement is eliminated and a complete synchronisation within a predetermined tolerance range is achieved. For such positive coupling and synchronisation, electronic means are used between two or more mechanically unconnected subsystems.

**Fig. 2a**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 573 903 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 93108968.4

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **G05B 19/417**

(22) Anmeldetag: 04.06.93

(30) Priorität: 06.06.92 DE 4218818

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
15.12.93 Patentblatt 93/50

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE ES FR GB IT SE

(71) Anmelder: Maschinenfabrik  
Müller-Weingarten AG  
Schussenstrasse 34  
D-88250 Weingarten(DE)

(72) Erfinder: Renn, Werner  
Lillenstrasse 23  
D-7981 Berg(DE)  
Erfinder: Wagner, Wilhelm  
Mühlbachweg 25  
D-7987 Weingarten(DE)

(74) Vertreter: Patentanwälte Dipl.-Ing. E. Eisele  
Dr.-Ing. H. Otten  
Seestrasse 42  
D-88214 Ravensburg (DE)

### (54) Transporteinrichtung.

(57) Es wird eine Transporteinrichtung zum Transportieren von großflächigen Teilen in einer Transferpresse vorgeschlagen, bei welcher die mechanische Kopplung zwischen Umformbewegung und Werkstücktransportbewegung aufgehoben und eine vollständige Synchronisation innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches erreicht wird. Für eine solche Zwangskopplung und Synchronisation werden elektronische Mittel zwischen zwei oder mehreren mechanisch nicht verbundenen Teilsystemen verwendet.

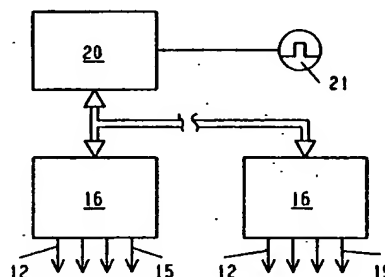


Fig. 2a

Die Erfindung betrifft eine Transporteinrichtung zum Transportieren insbesondere großflächiger Teile in einer Transferpresse o. dgl. nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus der DE 38 43 975 C1 ist eine Transporteinrichtung zum Transportieren von großflächigen Teilen in einer Stufenpresse bekannt geworden. Bei derartigen Transporteinrichtungen sind zwei, eine Horizontal- und eine Vertikalbewegung ausführende, sich über die gesamte Länge der Presse erstreckende Tragschienen vorgesehen, an denen mit Saugern oder Magneten bestückte Quertraversen im Stufenabstand der auf Schiebetischen angeordneten Werkzeuge befestigt sind. In den Zwischenräumen zwischen den Bearbeitungsstationen befinden sich sogenannte Leerstufen oder Orientierungsstationen, in welchen die Werkstücke auf Zwischenablage während des Beförderungstaktes abgelegt werden. Dabei werden die Werkstücke in den Leerstufen auf speziell vorbereitete Absteckbolzen oder Schablonen abgelegt, die der Werkstückkontur angepaßt sind und an deren Lage sich die das Werkstück zur nächsten Bearbeitungsstufe abholende Quertraverse anpassen muß.

Zur Bewegung der Werkstücke sind demnach Transporteinrichtungen (Umsetzeinrichtungen) in der Presse vorgesehen. Das Werkstück wird z. B. von einem Einlegegerät (Feeder) in die erste Bearbeitungsstufe eingelegt und dann durch die Transporteinrichtung im Arbeitstakt der Presse durch diese bis in den Bereich der Entnahme transportiert. Dabei erfolgt die Umformung der Werkstücke über die stößelbewegten Werkzeuge innerhalb der Bearbeitungsstufen. Die Umsetzeinrichtung bewegt das Werkstück in zwei oder drei Freiheitsgraden durch die Presse, wobei als Freiheitsgrade beispielsweise das Heben/Senken und das Transportieren/Zurückführen zu verstehen ist.

Zur Durchführung dieser Bewegungen weisen die Umsetzeinrichtungen drehgetriebene Kurvenge triebe auf, deren verschiedene Kurvenscheiben mit Schwenkhebel und Schubstangenanordnungen zusammenwirken. Eine derartige Steuerungsanordnung ist beispielsweise in der DE 39 13 663 A1 oder in der EP 0 210 745 gezeigt. Die Steuerung der Bewegungen sowohl der Tragschienen als auch der Quertraversen innerhalb der Presse muß völlig zuverlässig mit der Umformbewegung der Presse synchronisiert sein. Dies erfolgt bei mechanischen Pressen durch eine unmittelbare mechanische Zwangskopplung zwischen der Umformbewegung der Presse und der Transportbewegung der Teile, wobei bei der Umsetzeinrichtung die mechanische Zwangskopplung über Kurvenscheiben mit Schubstangenanordnungen geschieht. Die mechanische Zwangskopplung zwischen Umformbewegung und Transportbewegung ist bei Transferpressen oder Großteil-Stufenpressen deshalb so im-

mens wichtig, da derartige Pressen in gewissem Umfang sich ständig ändernden Betriebsbedingungen unterworfen sind. Aufgrund der vielfältigen Einflüsse entwickeln derartige Pressen ein gewisses "Eigenleben", d.h. die Umformbewegungen sind nicht hundertprozentig exakt vorhersehbar, so daß Schwankungen im System ausgeglichen werden müssen. Dies geschieht bei bekannten Transferpressen durch eine unmittelbare mechanische Zwangskopplung aller Bewegungen innerhalb der Presse. Als ergänzende Literatur wird auf die DE 38 32 499 mit einer entsprechenden mechanischen Pressensteuerung verwiesen.

Aus der DE 37 03 920 A1 ist ein Transfersystem bekannt geworden, bei welchem zwei Greiferschienen für die Arbeitsmaschine in zwei oder drei senkrecht zueinander ausgerichteten Richtungen durch -voneinander unabhängigen-Linear- oder Drehantriebe bewegbar sind. Hierdurch entfällt eine mechanische Zwangskoppelung zwischen der Umformbewegung, d.h. der Auf- und Abwärtsbewegung des Pressenstößels und der Transportbewegung des Werkstücks. Bei diesem Transfersystem sollen Änderungen an den Hubwegen der Greiferschienen und deren Lage relativ zum oberen Umlenkpunkt der Antriebsmaschine ohne den sonst üblichen großen Aufwand mittels Wechsel von Kurvenscheiben vorgenommen werden. Demzufolge arbeitet die Steuerelektronik für die separaten Antriebe mit einem mit der Arbeitsmaschine gekoppelten Taktgeber zusammen. Dabei ist der Taktgeber als Winkelcodierer ausgebildet, um einen zuverlässigen Synchronlauf der einzelnen Bewegungsabläufe zum Takt der Arbeitsmaschine zu gewährleisten. Bei einem solchen System findet demnach eine Abstimmung des Bewegungsablaufes zwischen Umformbewegung und Transportbewegung statt. Eine derartige Steuerung berücksichtigt jedoch nicht in ausreichendem Maße die Eigen dynamik oder das Eigenverhalten der Presse im Rahmen seiner Umformbewegung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein völlig neuartiges Regelungskonzept für Pressen zu schaffen, bei welcher die mechanische Kopplung zwischen Umformbewegung und Werkstücktransportbewegung aufgehoben wird und trotzdem eine vollständige Synchronisation innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches erreicht wird. Die Rückkopplung zwischen Umformbewegung und Werkstücktransportbewegung ist in jeder Bearbeitungsphase zu gewährleisten und jede Änderung des Betriebsverhaltens der Presse ist sofort zu erkennen und von allen Funktionsgruppen zu verarbeiten.

Diese Aufgabe wird ausgehend von einer Transporteinrichtung der einleitend bezeichneten Art erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Weitere vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Der erfindungsgemäßen Transporteinrichtung liegt der Kerngedanke zugrunde, daß eine Zwangskopplung und Synchronisation mit elektronischen Mitteln zwischen zwei oder mehreren mechanisch nicht verbundenen Teilsystemen derart erfolgt, daß die Bewegungsachsen der das Werkstück transportierenden Teilsysteme (Slave-Systeme) nach einem speziellen mathematisch beschreibbaren oder beliebig manuell vorgebbaren oder empirischen Bewegungsgesetz gesteuert werden, wobei diese Bewegungen einer vorgegebenen Bewegung des Teilsystems der Umformbewegung als Mastersystem innerhalb eines vorgegebenen Toleranzfensters folgen.

Die vorliegende Erfindung unterscheidet sich von den herkömmlich bekannten Steuerungen dadurch, daß die bisher auf rein mechanischem Wege durchgeführte Zwangskopplung zwischen der Umformbewegung der Presse und der Transportbewegung der Teile nunmehr mittels elektronischen Mitteln durchgeführt wird. Erst hierdurch ist die bei einer Großteil-Stufenpressen ständig auftretende Eigendynamik vollständig erfaßbar, so daß sich jegliche Änderungen beim Umformvorgang ähnlich wie bei der früheren Kurvensteuerung unmittelbar auf den Teiletransport in den einzelnen Stufen auswirkt. Entgegen dem starren bisherigen Steuerkurvensystem können nun beliebige Bewegungsformen und Geschwindigkeiten realisiert werden.

Der Erfindung wird nachfolgend anhand der einzelnen Figuren und insbesondere am Beispiel der Steuerung bzw. Regelung von Orientierungsstationen, d.h. Leerstufen näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1

eine Seitenansicht einer einzelnen Bearbeitungsstufe einer Großteil-Stufenpresse mit beidseitig angeordneten Leerstufen bzw. Orientierungsstationen,

Fig. 1a und 1b

mögliche Teilemanipulationen durch Schwenken der Teileauflage in einer Orientierungsstation,

Fig. 2a

eine schematische Darstellung des Steuerungsablaufes zwischen der Bewegung der Umformmaschine (Master) und der hieran zwangsgekoppelten Bewegung der Transferachsen (Slave),

Fig. 2b

eine entsprechende Darstellung der Hardwarestruktur nach Fig. 2a, bezogen auf die Orientierungsstationen;

Fig. 3, 3a

eine schematische graphische Darstellung der verschiedenen Bewegungssysteme als Teilsy-

steme und deren Zusammenwirken mittels elektronischer Kopplung und

Fig. 4

eine prinzipielle Darstellung der funktionalen Struktur des Regelkreises für eine Teilbewegung.

Bezüglich des prinzipiellen Aufbaus einer Transporteinrichtung in einer Großteil-Stufenpresse wird auf die eingangs erwähnte DE 38 43 975 C1 verwiesen. In der Fig. 1 ist hierfür ein Teilausschnitt einer Großteil-Stufenpresse 1 gezeigt, mit einer Bearbeitungsstation 2, in welchem ein Werkstück 3 durch Umformung bearbeitet wird. Hierzu wird das Werkstück 3 mittels Quertraversen 4 von einer Leerstufe oder Orientierungsstation 5 über die Auf- und Abbewegung sowie die Längsbewegung nicht näher dargestellter Tragschienen längs der Fahrkurve 6 in die Bearbeitungsstation 2 eingelegt. Die Quertraverse 4 fährt dann aus dem Bearbeitungsbereich in eine Parkstellung heraus, um den eigentlichen Bearbeitungsvorgang, d.h. den Umformvorgang des Werkstücks nicht zu behindern. Der Umformvorgang geschieht durch Absenken eines nur schematisch dargestellten Pressenstößels 7 mit daran befestigtem Oberwerkzeug, welches auf das auf dem Pressentisch 8 aufgesetzte Unterwerkzeug 9 aufläuft.

Nach erfolgter Bearbeitung läuft der Pressenstößel nach oben und gibt das zwischen Oberwerkzeug und Unterwerkzeug verformte Werkstück wieder frei. Gleichzeitig läuft die Quertraverse 4' in die Bearbeitungsstation zur Aufnahme des Werkstücks, um dieses über die Fahrkurve 10 in die nachfolgende Leerstufe bzw. Orientierungsstation 11 zu verfahren. In dieser Orientierungsstation muß das umgeformte Werkstück in seiner Lage den neuen Gegebenheiten angepaßt werden.

Erfindungsgemäß sollen nun beliebig viele Bewegungen des Teiletransports anstelle durch einen mechanischen durch jeweils elektrische Antriebe erfolgen, wobei dennoch eine Zwangskopplung bzw. Synchronisation zwischen der mechanischen Umformbewegung bzw. Pressenbewegung der Presse und der Bewegung beim Teiletransport erfolgen soll. Bei dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel soll dies beispielsweise bei einer Steuerung für den Bewegungsablauf einer Bewegungseinrichtung 19 in den beiden Orientierungsstationen 5, 11 erfolgen. Die Orientierungsstationen 5, 11 dienen dabei zur Teilemanipulation durch Schwenken oder Verschieben der Teileauflage in die gewünschte Lage. In der Fig. 1 soll das Werkstück 3 in der Orientierungsstation 5 beispielsweise in der angegebenen schrägen Position zu liegen kommen. Demgegenüber kann das Werkstück in der Orientierungsstation auch Lagen einnehmen, wie dies in der Fig. 1a oder 1b, d.h. in horizontaler oder in die andere Richtung gekippte Lage gezeigt ist. Hierfür weist

jede Orientierungsstation 5, 11 einen eigenen Mikrorechner bzw. Achsprozessor auf, der für die Ansteuerung von 3 bzw. 4 NC-Achsen ausgelegt ist, die in Fig. 1a mit den Bezugszeichen 12 bis 15 schematisch dargestellt sind. Jede Orientierungsstation kann demnach eine horizontale 12, vertikale 13, eine Drehbewegung 14 sowie eine Schwenkbewegung 15 ausführen, wobei diese Bewegungen durch einen zugehörigen Achsprozessor 16 in jeder Orientierungsstation gesteuert werden. In den Fig. 2a, 2b sind die Achsprozessoren 16 als Achsprozessoren 1 bis N mit der Bezeichnung "Slave" dargestellt. Jeder Achsprozessor kann die angegebenen Führungsgrößen zur Ansteuerung von bis zu vier NC-Achsen 12 bis 15 generieren. In der Fig. 2b steuert jeder Achsprozessor 3 Bewegungsachsen, nämlich 12 (Schritt), 13 (Hub) und 15 (Schwenken) an. Mit Bezugszeichen 17 ist ein zusätzliches Analogausgabemodul, mit Bezugszeichen 18 ein digital Ein-/Ausgabemodul zur Steuerung vorgesehen.

Die Bewegung der Bewegungsachsen der Bewegungseinrichtung 19 in den Orientierungsstationen 5, 11 erfolgt nicht nur nach einer üblichen NC-Steuerung, sondern, wie in Fig. 2a, 2b dargestellt, in Verbindung mit einer elektronischen Zwangskopplung zur übrigen Bewegung und insbesondere zur Umformbewegung, d.h. zur Bewegung des Pressenstößels der Großteil-Stufenpresse.

Bei bekannten Großteil-Stufenpressen wird die Bewegung der Pressenstößel der einzelnen Stufen über eine zentrale Welle auf die Umsetzeinrichtung der Presse übertragen, die eine Leitwelle beinhaltet, auf welcher sich üblicherweise die Kurvenscheiben zur Steuerung der Teilebewegung befinden. Erfindungsgemäß wird nun diese, bei bekannten Maschinen vorhandene Leitwelle als Referenzmittel verwendet, um eine Koordination bzw. Synchronisation zwischen der Bewegung des Pressenstößels bzw. des Umformvorgangs und der Teilebewegung vorzusehen.

Gemäß der Darstellung der Erfindung in Fig. 2a, 2b ist hierfür ein sogenannter Leitwellenprozessor 20 vorgesehen, der eine Masterfunktion gegenüber den Achsprozessoren 16 als Slave-Funktion ausübt. Dabei wird gemäß der Darstellung des Funktionsablaufes in Fig. 3 der Ist-Wert des Leitwellendrehwinkels  $\alpha$  über einen oder zwei Positionsgeber 21, 22 erfaßt. Dabei wird die Umformbewegung der Presse, d.h. die Bewegung des Pressenstößels als Bewegung des Teilsystems  $S_1$  bezeichnet.  $S_1$  erfaßt Drehbewegung der Leitwelle (= Winkelcodierer) entsprechend der Lösung bei der DE 37 039 20. Es können jedoch auch beliebige Ausgangsgrößen (z.B. erzeugt durch Kurven) verarbeitet werden. In der Fig. 3 ist die mittels des Positionsgebers 21 erfaßte Bewegung des Teilsystems 1 im Master-Diagramm 23 dargestellt, wobei

die Bewegung  $S_1 = f(\alpha)$  ist. Die im Diagramm 23 gezeigte Kurve 24 erfaßt deshalb jeden Ist-Wert des Leitwellenwinkels  $\alpha$  in Abhängigkeit der Bewegungsachse dieses Teilsystems.

Der Leitwellenprozessor 20 (Master) muß deshalb folgende Schritte vornehmen:

Erfassung des Ist-Wertes des Leitwellenwinkels  $\alpha$  ;  
Übertragung dieses Ist-Wertes des Leitwellenwinkels  $\alpha$  an alle vorhandenen Achsprozessoren 16, d.h. an die Slave-Einrichtungen 1 bis N;

Die Bewegungen der Achsprozessoren 16 erfolgen demnach streng synchron zur Leitwelle, d.h. es besteht eine Zwangskopplung zwischen Pressenbewegung und Transfer. Hieraus folgt, daß auch beim Anhalten und beim Neustart einer Bewegung ein vorgegebenes Positionstoleranzband nicht verlassen wird und auch jederzeit automatisch eine Anpassung an die nicht konstante Geschwindigkeit der Presse bedingt durch die Drehzahländerung des Schwungrades z. B. bei Energieentnahme stattfindet.

Der Mikrorechner für die Master-Funktion übernimmt weiterhin die Aufgabe der Übertragung des Fehlerstatusfeldes für jede Bewegungseinrichtung, d.h. z. B. für jede einzelne Orientierungsstation 5, 11.

Der Mikrorechner bzw. Leitwellenprozessors 20 für die Master-Funktion übernimmt darüberhinaus die Übertragung der Werkzeug- und Maschinendaten an die einzelnen Achsprozessoren 16, d.h. er führt ein Download der Ablaufprogramme für alle Orientierungsstationen durch.

Wie aus dem Prinzipdiagramm nach Fig. 3 weiterhin ersichtlich, werden die Bewegungen der einzelnen Achsen jedes Achsprozessors 16 nach einem beliebigen, mathematisch definierbaren Bewegungsgesetz bestimmt wobei die Einhaltung eines vorgegebenen Positionstoleranzbandes gewährleistet ist. Aus dem Leitwellenprozessor ergibt sich abhängig von der jeweiligen Leitwellenlage demnach eine Bewegungsfunktion für die einzelnen Bewegungseinrichtungen 19 ( $S_2 = f_2(\alpha)$  bis  $S_n = f_n(\alpha)$ ). Die elektronische Kopplung ist im Diagramm 23, 25 von Fig. 3 schematisch dargestellt.

Aus den in Fig. 3 dargestellten Diagrammen 26 ist die jeweilige Bewegung der Bewegungseinrichtungen 19, d.h. der Teilsysteme  $S_2$  bis  $S_n$  erkennbar, wobei  $S_2 = f_2(\alpha)$  bis  $S_n = f_n(\alpha)$  für das n-te Teilsystem ist. Die Bewegungen der einzelnen Bewegungsachsen jedes Achsprozessors erfolgt demnach nach einem speziellen Weggesetz. Der Start- und Endpunkt der jeweiligen Bewegung kann im Teach-in-Verfahren für jede Achse separat festgelegt werden. Dabei kann sich ein kompletter Zyklus beispielsweise aus max. vier Teilbewegungen zusammensetzen, wie dies in Fig. 3a dargestellt ist, wobei jede Teilbewegung 1 bis 4 das ganze Weggesetz durchläuft. Zu beachten ist, daß der Posi-

tionsendpunkt der letzten Teilbewegung gleich ist, mit dem Positionsstartpunkt der ersten Teilbewegung.

Da die Software speziell für die Besonderheit eines Pressenbetriebes entwickelt ist, erfolgen die Bewegungen streng synchron zur Leitwelle (Zwangskopplung zum Transfer). Die in Fig. 3a dargestellten Teilbewegungen 2 und 3 können beispielsweise nur optional vorgesehen sein, d.h. sie müssen nicht unbedingt für jedes Teil geteacht werden. Sie sind z. B. dann nötig, wenn kollisionsbedingte Abtauchbewegungen in einer Hubachse durchzuführen sind.

Die Aufgaben des Achsprozessors 16 für die Slave-Funktionen sind wie folgt festgelegt:

- Ansteuerung von 3 bzw. 4 Achsen 12 bis 15, wobei folgende Funktionen realisiert sind;
- Weggesetz-Berechnung gemäß der geteachten, d.h. gelehrten Daten;
- Einlesen der Position-Ist-Werte; Schnelle digitale Lageregelung;
- Synchron-Verfahren zur Leitwelle (vorwärts und rückwärts);
- Überwachung des definierten Toleranzbandes
- Bearbeitung Fehlerstatus;

Für jede Orientierungsstation ist dabei ein eigener Slave-Rechner 16 vorhanden.

Das Steuerungskonzept für die Orientierungsstationen einer Großteil-Stufenpresse sieht dabei folgende Systemanforderungen vor:

Die zu realisierende Steuerung muß in der Lage sein, die vorgegebene Anzahl von Orientierungsstationen bzw. Leerstufen 5, 11 mit jeweils 3 (4) NC-Achsen synchron zu der Leitwelle und dem Signal des Leitwellenprozessors der Presse nach einem speziellen Bewegungsgesetz zu verfahren. Dabei darf ein vorgegebenes Positionstoleranzband nicht verlassen werden. Untersuchungen ergaben, daß die Anforderungen bezüglich Geschwindigkeit, Steifigkeit und Genauigkeit des gekoppelten Systems verbessert werden können, wenn unter anderem folgende Voraussetzungen gegeben sind:

- Hohe Rechenleistung des eingesetzten Rechners
- Hohe Dynamik der Antriebe
- Schnelles absolutes Wegmeß-System mit hoher Auflösung
- Abtastezeit der Lageregler im Bereich von 1...2 Millisekunden.

Zusätzliche Forderungen technologischer Art sind:

- Ruckfreies Stoppen bzw. Fortsetzen einer Bewegung unter Einhaltung eines vorgegebenen Weggesetzes;
- Bewegung auf dem Weggesetz bei "Rückwärts-Fahren".
- Enge Kopplung zwischen Transfer und Orientierungsstationen (Tip-Betrieb der

Presse/Transfer).

In der Fig. 3 im Diagramm 25 sowie in der Fig. 4 ist die Einhaltung eines vorgegebenen Positionstoleranzbandes schematisch dargestellt. Dabei werden zur Erreichung einer bestmöglichen Synchronität der Leitwelle mit den NC-Achsen der Achsprozessoren jede Änderung des Ist-Wertes der Leitwellendrehbewegung mit der kleinst möglichen Verzögerung an alle Achsprozessoren weitergeleitet. Durch die Differenzbildung

$$S_1(\alpha) - S_2(\alpha) = T_2(\alpha)$$

bis  $S_1(\alpha) - S_n(\alpha) = T_n(\alpha)$  ergibt sich für  $T(\alpha)$  ein Toleranzfenster der Bewegungsachsen, wobei  $0 \leq T \leq T_{\max}$  ist. Nachdem der Master und die Slaves zeitlich entkoppelte Systeme darstellen, wird mittels eines Korrekturverfahrens der Einfluß der Schwebung zwischen dem Zeitpunkt der Änderung des Ist-Wertes der Leitwellenumdrehung und dem Lagereglertakt minimiert.

Bei extrem kleinen Geschwindigkeiten (Schleichgang) liegen die Änderungszeitpunkte des Ist-Wertes der Leitwellendrehbewegung zeitlich relativ weit auseinander. Um auch in diesem Betriebszustand einen ruckfreien und ruhigen Lauf der Bewegungsachsen der Orientierungsstationen zu erreichen, wird eine Geschwindigkeitsglättung im Slave-Rechner vorgenommen.

Die in Fig. 4 dargestellte funktionale Struktur des Regelkreises zeigt den Positionsgeber 21 zur Bestimmung des Ist-Wertes der Leitwelle, der dem Leitwellenprozessor 20 zugeführt wird. Im Leitwellenprozessor 20 erfolgt eine Generierung des Weggesetzes, wobei der nachgeschaltete Regelkreis die übliche funktionale Struktur enthält. Mit Bezugszeichen 27 ist ein Lageregler dargestellt, dem ein Drehzahlregler 28 und diesem ein Stromregler 29 nachgeschaltet ist. Der folgende Stellmotor 30 wirkt auf die nachgeschaltete Mechanik 31. Jeder Punkt zwischen den einzelnen Gliedern wird im Regelkreis kontrolliert, was durch die Stromrückführung 32 sowie die Geschwindigkeitsrückführung 33 und die Lagerückführung 34 angedeutet ist.

Die Erfindung ist im vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 insbesondere auf den Bewegungsablauf der Bewegungseinrichtungen 19 in den beiden Orientierungsstationen 5, 11 beschrieben. Die Erfindung läßt sich auch auf jegliche andere Bewegung des Teiletransports innerhalb der Transferpresse übertragen, d.h. es können auch die Bewegungen der Quertraversen auf den Tragschienen mittels separaten Stellmotoren erfindungsgemäß vollzogen werden, wobei ebenfalls eine Zwangskopplung der Bewegung des Umformwerkzeuges mit der entsprechenden Teilbewegung wie zuvor beschrieben erfolgt.

Die Erfindung ist demnach nicht auf das dargestellte und beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Sie umfaßt auch vielmehr alle fachmännischen und vorteilhaften Weiterbildungen im Rahmen des Erfindungsgedankens.

### Patentansprüche

1. Transporteinrichtung zum Transportieren insbesondere großflächiger Teile in einer Transportpresse (Großteil-Stufenpresse o. dgl.), mit hintereinander angeordneten Bearbeitungsstationen und gegebenenfalls dazwischenliegenden Leerstufen bzw. Orientierungsstationen mit Umsetzeinrichtungen für das Werkstück, mit in den Bearbeitungsstationen auf- und abbewegbaren Stößeln für die Blechumformung, mit durch den Werkzeugraum sowie den Leerstufen der Presse hindurchführenden längsverfahrbaren und/oder gegebenenfalls auf- und abverfahrbaren Tragschienen an denen gegebenenfalls verfahrbare oder verdrehbare Quervertraversen für die Werkstückaufnahme befestigt sind und mit einer den Takt der Umformmaschine erfaßbaren Umsetzeinrichtung mit Antrieben zur Steuerung der Bewegungsachsen, dadurch gekennzeichnet, daß mittels einer numerischen Steuereinheit (20, 16) eine Zwangskopplung mit elektronischen Mitteln zwischen dem mechanischen Bewegungsablauf mindestens zweier Bewegungsteilsysteme ( $S_1$ ) bis ( $S_n$ ) erfolgt, wobei das Bewegungsteilsysteme ( $S_1$ ) die Bewegung der Umformmaschine und das Bewegungsteilsystem ( $S_2$ ) bis ( $S_n$ ) die Bewegung weiterer Werkstück-Bewegungseinrichtungen (19) innerhalb der Arbeitsmaschine und insbesondere innerhalb der Orientierungsstufe (Umsetzeinrichtung) umfaßt, und daß die Bewegung der zusätzlichen Bewegungseinrichtungen (19) für die Werkstücke aufgrund einer elektrischen Nachführung ("Kopplung") in Abhängigkeit der Position einer Leitwelle der Umsetzeinrichtung erfolgt.
2. Transporteinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Leitwellenprozessor (20) in Abhängigkeit des Ist-Werts des Leitwellendrehwinkels eine Master-Kurve  $S_1 = f(\alpha)$  über den Bewegungsablauf der Umformeinrichtung erzeugt, die auf die Bewegungsachsen der übrigen Teilsysteme ( $S_2$ ) bis ( $S_n$ ) der Bewegungseinrichtungen (19) übertragen wird, wobei die Bewegung  $S_2 = f(\alpha) \dots S_n = f(\alpha)$  der Bewegungseinrichtungen (19) mittels separaten Achsprozessoren (16) für jede Bewegungseinrichtung (19) nach einem beliebigen mathematisch definierbaren Bewegungsgesetz gesteuert wird.
3. Transporteinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegungssteuerung der Bewegungseinrichtung unter Einhaltung eines vorgegebenen Positions-Toleranzbandes erfolgt.
4. Transporteinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mittels einer numerischen Steuereinheit mit Master-Slave-Struktur eine elektrische Nachführung bzw. Kopplung der Bewegungseinrichtungen (19) für die Werkstücke in Abhängigkeit des jeweiligen momentanen Ist-Wertes der Leitwellendrehbewegung erfolgt, wobei die Bewegung der in der Presse vorgesehenen Bewegungseinrichtungen (19) nach vorgegebenen oder beliebigen mathematisch definierbaren Bewegungsgesetzen erfolgt und wobei eine synchrone, zwangsgekoppelte Bewegung der Leitwelle mit den NC-gesteuerten Bewegungsachsen der Bewegungseinrichtungen (19) erfolgt.
5. Transporteinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der komplette Bewegungszyklus jeder NC-gesteuerten Bewegungsachse (12 - 15) jedes Achsprozessors (16) einer Bewegungseinrichtung (19) aus mehreren Teilbewegungen zusammensetzbar ist, wobei jede Teilbewegung einem eigenen Weggesetz zuordnungsbar ist (Fig. 3a).
6. Transporteinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Start- und der Endpunkt jeder NC-gesteuerten Bewegungsbahn (12 - 15) und/oder jeder Teilbewegung im Teach-in-Verfahren festlegbar ist und daß die dazwischenliegenden Kurvenstützpunkte durch On-Line-Berechnung oder durch Vorab-Berechnung sowie durch Abspeicherung in Tabellenform generierbar sind.
7. Transporteinrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erreichung einer bestmöglichen Synchronität von Leitwelle des Pressensystems mit den NC-gesteuerten Bewegungsachsen (12 - 15) der Achsprozessoren (16) jeder Bewegungseinrichtung (19) jede Änderung des Ist-Werts des Leitwellendrehwinkels mit einer kleinst möglichen Verzögerung an alle Achsprozessoren (16) weitergeleitet werden, wobei aufgrund der zeitlichen Entkopplung der Erfassungsschritte  $\Delta T$  des Leitwellenprozessors (20, Master) und der Achsprozessoren (16, Slave) eine Korrektur zur Anpassung der Werte derart erfolgt, daß der Ein-



fluß der Schwebung zwischen dem Zeitpunkt der Änderung des Ist-Werts des Leitwellendrehwinkels und dem Lagereglertakt minimal ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

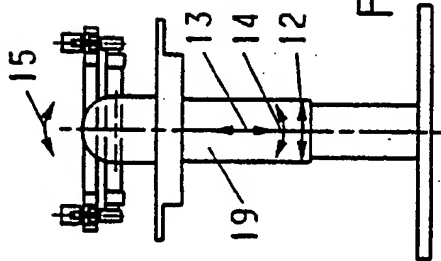
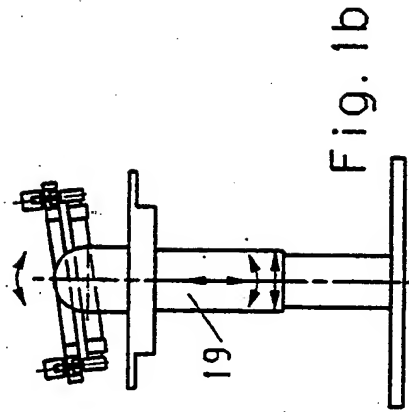
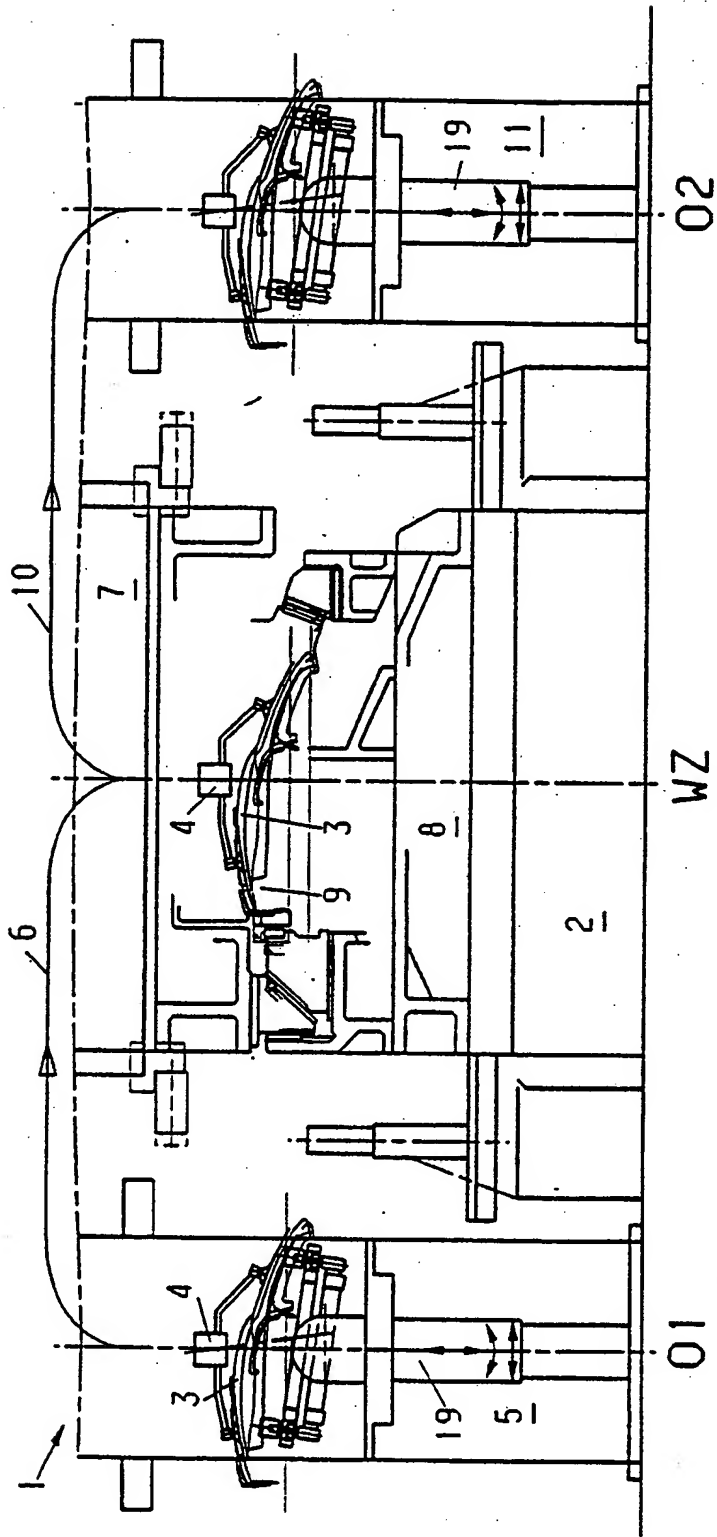


Fig. 1

Fig. 1b

Fig. 1a

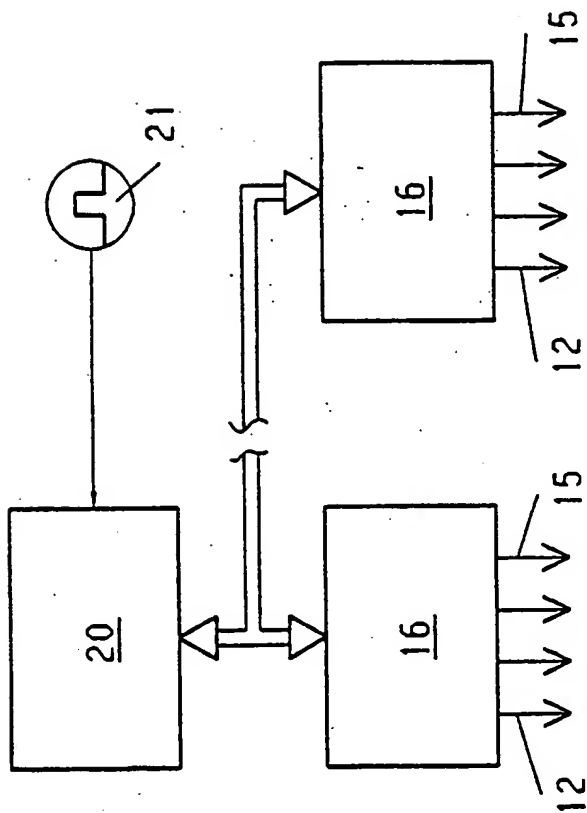


Fig. 2a

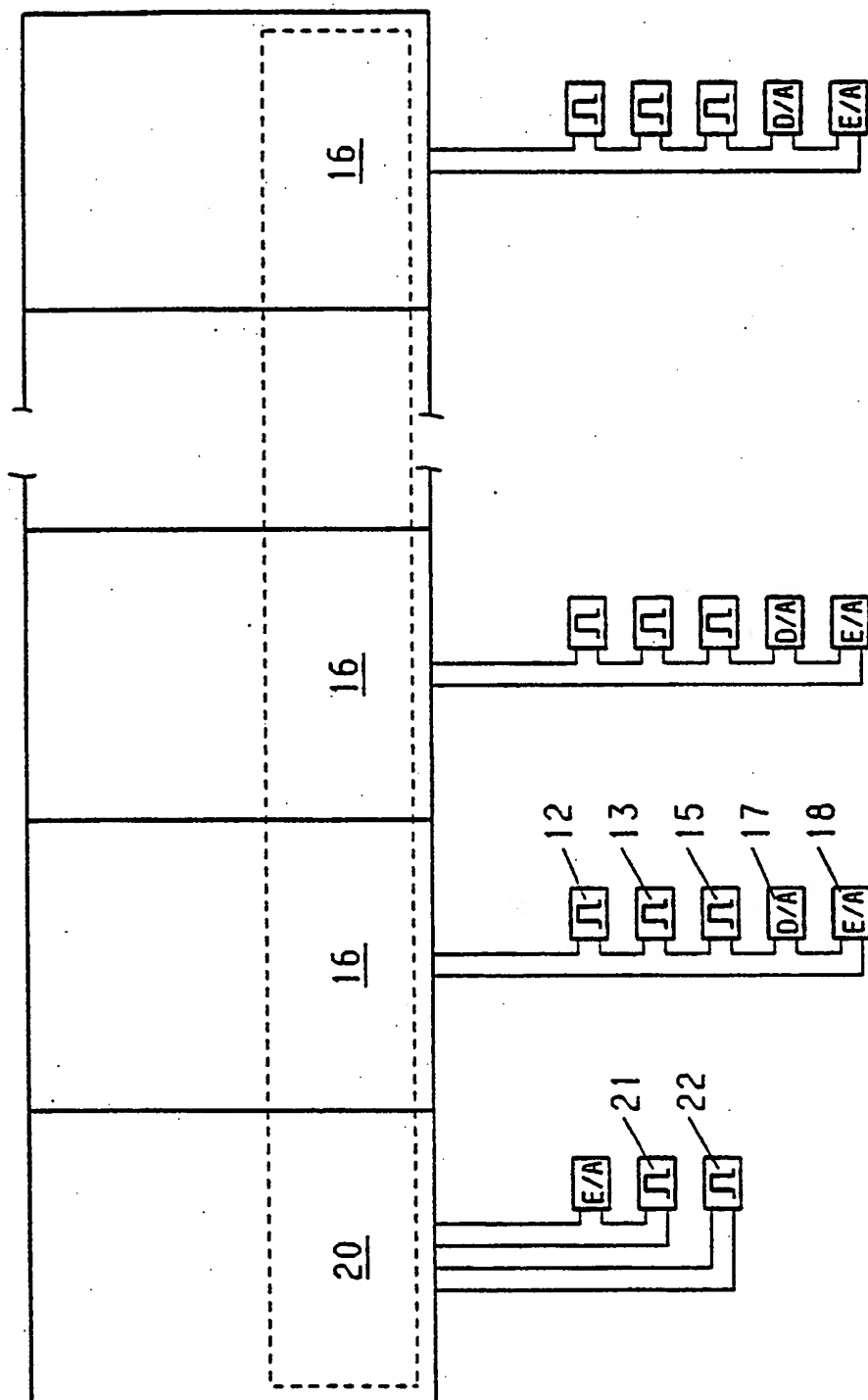


Fig. 2b

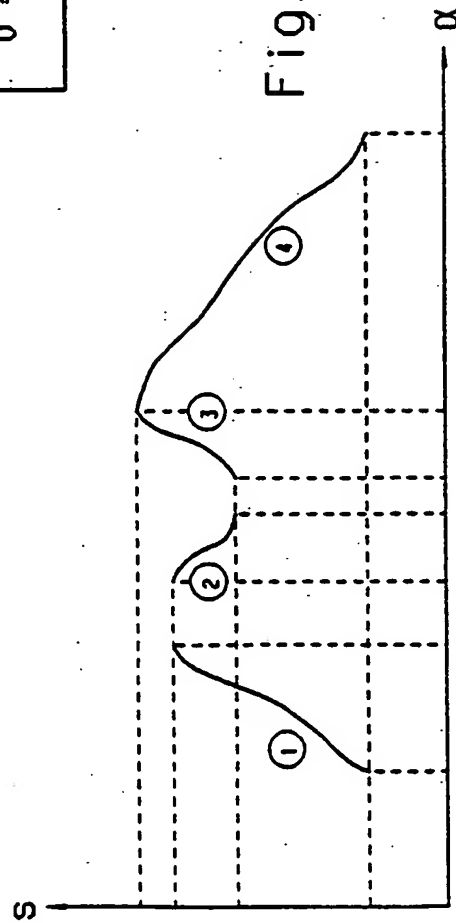
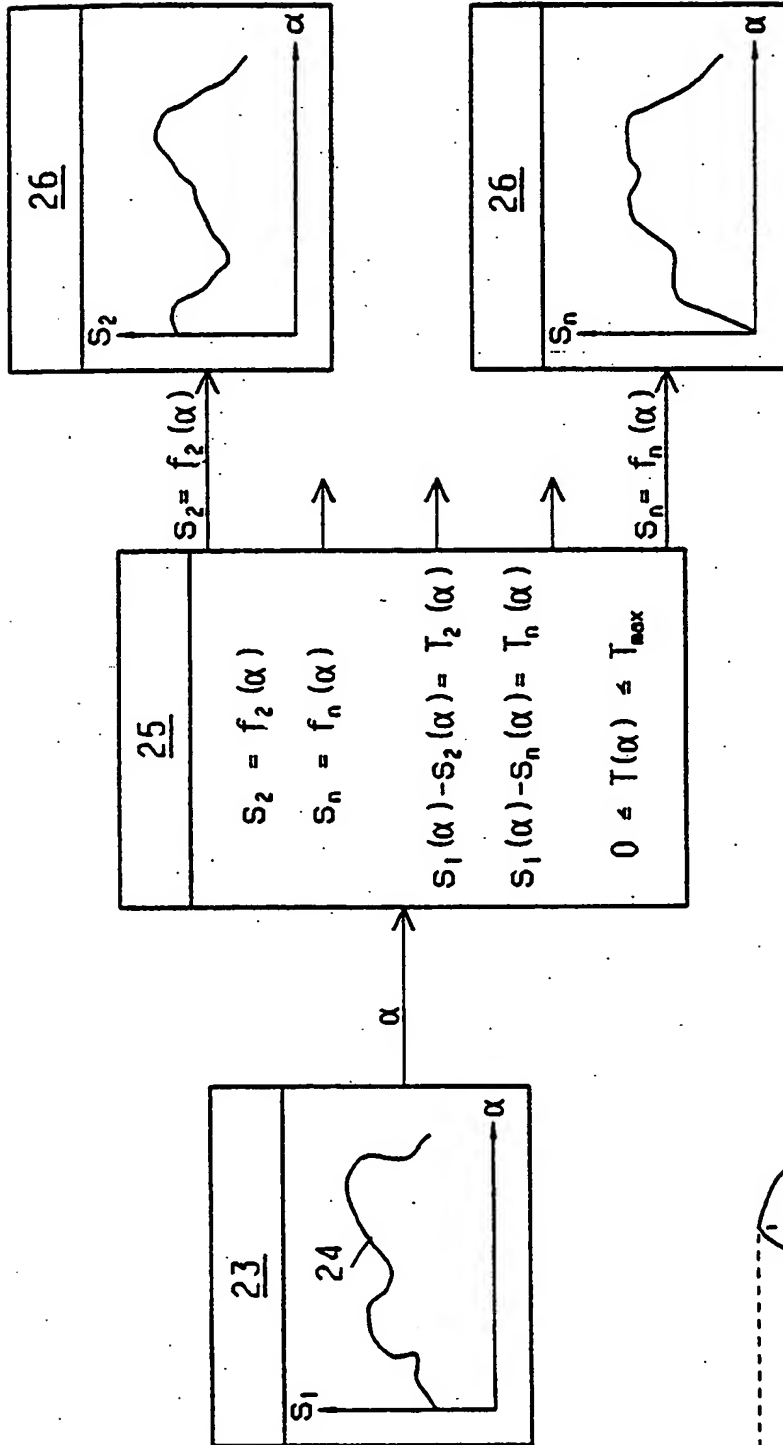


Fig. 3a

Fig. 3

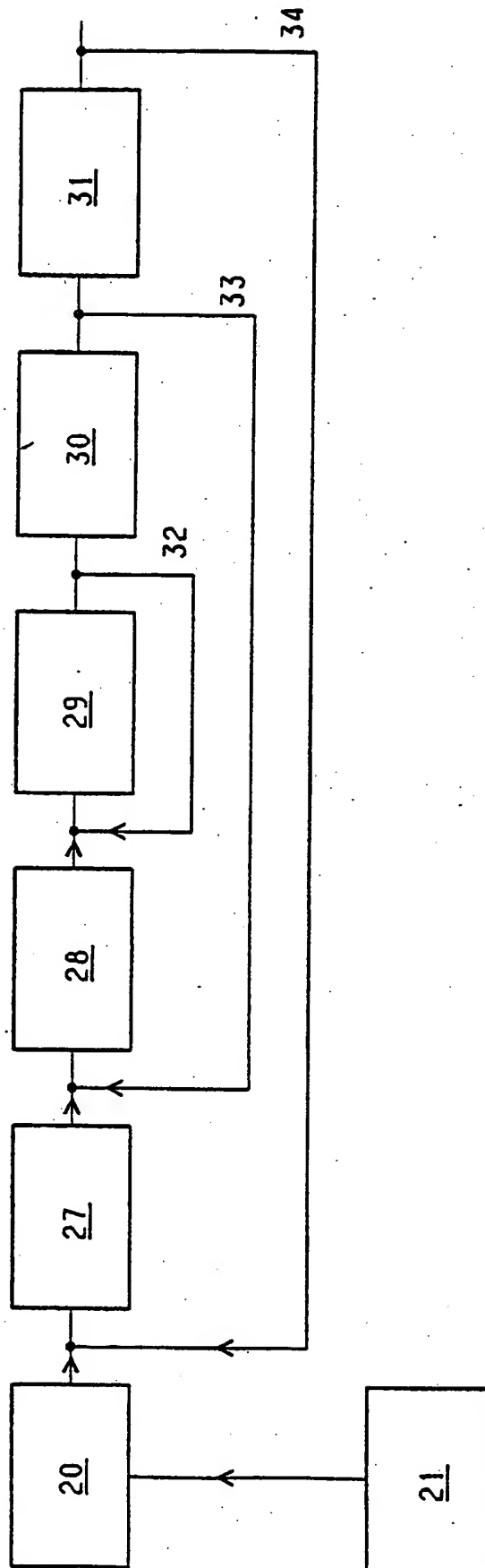


Fig. 4



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 10 8968

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	EP-A-0 071 352 (DANLY MACHINE CORPORATION) 9. Februar 1983 * Seite 1, Zeile 5 - Seite 2, Zeile 15 * * Seite 3, Zeile 9 - Seite 4, Zeile 11 * * Seite 5, Zeile 15 - Seite 6, Zeile 10 * * Seite 13, Zeile 16 - Seite 14, Zeile 10; Abbildung 1 *	1	G05B19/417
A	---	4,5	
D,Y	DE-A-3 913 663 (L. SCHULER GMBH) 31. Oktober 1990 * Spalte 1, Zeile 3 - Spalte 2, Zeile 7 *	1	
A	---		
A	DE-A-4 121 841 (UMFORMTECHNIK ERFURT GMBH) 16. Januar 1992 *Spalte 1, Zeile 57 - Spalte 3, Zeile 58*	1-3	
A	---		
A	DE-A-3 416 227 (HITACHI LTD.) 8. November 1984 * Seite 7, Zeile 18 - Seite 11, Zeile 9 * * Seite 13, Zeile 15 - Seite 15, Zeile 27; Abbildungen 1-3 *	1,4-6	
A	---		
A	WO-A-9 008 352 (FANUC LTD.) 26. Juli 1990 * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1	G05B B21D
	-----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>25 AUGUST 1993</b>	
		Prüfer <b>NETTESHEIM J.</b>	
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b>			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument A : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**